

3.3.3 政策のための科学リテラシー 9 のステップ：科学技術・政策リテラシーを育むために

カール・ベッカー*

2019年8月25日

リード文

行政官や研究者が領域横断的な社会問題に取り組む際、科学的な判断を実際の問題解決に結びつけることができる広範な能力が必要とされる。つまり、特定分野の専門知識に加えて、様々な物事を科学的に考えるための科学リテラシーが、現代社会が抱える諸問題の解決の鍵を握っているのである。科学リテラシーの必要性は今後いっそう増してゆくであろう。しかしながら、従来の日本では、物事を科学的に考え、政策などの社会貢献につなげるための研究方法論の教育は十分であったとは言い難い。従って、「政策のための科学」の推進においては、科学と社会を結びつける能力を持つ人材の育成が急務である。本節では、科学と社会を結びつける能力を「政策のための科学リテラシー」と呼び、そのフレームワークを紹介する。具体的には、看護師の離職に関する研究を事例として取り上げ、9ステップに分けて解説をする。

キーワード

科学リテラシー, 人材育成, 研究方法論

本文

欧米では、過去 10 年に亙り、政策のための科学が積極的に推進されてきた。代表的なものとして、米国 NSF のダッシュボード*¹、豪州の SRP*²、フランスの SGMAP*³ などが挙げられる。大学における教育プログラムとしては、ミシガン大学の Science, Technology, and Public Policy

* 京都大学学際融合教育研究推進センター政策のための科学ユニット 特任教授

*¹<https://labs.data.gov/dashboard/offices>

*²<http://www.science.gov.au/scienceGov/ScienceAndResearchPriorities/Pages/default.aspx>

*³<http://www.modernisation.gouv.fr/en/our-activities/evaluating-public-policy>

Program^{*4} や、カリフォルニア大学サンディエゴ校の Science Policy Internship Program^{*5} が、よく知られている。

英国の University of Sussex Science Policy Research Unit は、エネルギー、産業経営・経済などの分野で大きな成果を上げると共に、ハーバードで大学との共同の科学技術による防衛政策に関する研究でも注目されている^{*6}。欧州でも、The United Nations University Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology^{*7}をはじめ、ノルウェーのオスロ大学^{*8} が科学技術に基づく政策や、技術を発展させる科学的政策に関する研究を積極的に推進し、数多くの発表に結びついている。なお、日本では、CRDS の国内外教育研究プログラム調査（2017 年）によると、少なくとも 43 の大学研究機関が科学技術イノベーション政策に取り組んでいる^{*9}。

21 世紀も 20 年余りも経過した現在、科学的根拠の無い政策の施行は許される時代ではなくなりつつあるとはいえ、日本の大学における科学リテラシーの教育自体は旧態依然であると言わざるを得ない。欧米では、主要な研究大学の学部だけではなく進学高校にも “scientific thinking” に関する授業が設定されている^{*10}。また、北米の学生を選抜する大学入試（SAT=学問適性試験）も、丸暗記ではなく、エビデンスに基づいて結論を導き出せるか、論理的な能力を測ることに主眼が置かれている。他方日本においては、主要な研究大学ですら、「科学的思考」、「科学方法」「科学リテラシー」に関する授業をほとんど開講していない。また、そうした教科教育を対象とする研究自体も、中等教育における理科教育を念頭に置いたものが圧倒的多数を占めており、高等教育レベルの文脈で論じたものは管見の限り見られない。だからこそ、SciREX の存在意義は大きいと言える。

とはいえ、科学リテラシーが扱う領域は、狭義の科学に限定される訳ではない。科学リテラシーは、狭義の科学（自然観察や実験等の手法によって原理・法則を見いだす自然科学、cf. 尾身, 1996）の概念や手法の知識・理解にのみ焦点を当てるものではなく、科学的な根拠に基づく政策の策定など、社会全体も研究対象とするものである。言い換えれば、「政策のための科学」も科学リテラシーの重要な一翼を担っているのである。そうした「政策のための科学」では、社会貢献につながる科学的な研究方法論の習得が重要になる。米国では、この研究方法論が、3 歳から 6 歳の児童を対象とした教育カリキュラムに意図的に組み込まれている^{*11}。ただし、「政策のための科学」の教育に積極的な米国においても、政策のすべてが科学的な根拠に基づいている訳ではなく、反科学的な政治家や市民も多数存在する。それでも、「エビデンスに基づく政策」というコンセンサスが行政官に浸透していることは確かで、「政策のための科学」の教育が殆ど行われていない日本とは対照的である。

以上から、科学リテラシーは「科学に関するリテラシー」ではなく、「政策のための科学的思考

^{*4}<http://fordschool.umich.edu/stpp>; cf. <http://ihpi.umich.edu/csp>

^{*5}<http://aip.ucsd.edu/programs/ucdc/spip.html>

^{*6}<http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/hsp/Harvard>; <https://sites.fas.harvard.edu/~hsp/about.html>

^{*7}<https://www.merit.unu.edu/about-us>

^{*8}<https://www.sv.uio.no/english/research/phd/structure/TIK.html>

^{*9}<https://www.jst.go.jp/crds/report/report04/CRDS-FY2017-RR-03.html>

^{*10}Jurecki and Wander (2012)

^{*11}<https://www.scholastic.com/teachers/articles/teaching-content/scientific-thinking-step-step/>

法リテラシー」であると理解した上で、簡単に紹介したい。具体的には、看護師の離職に関する研究(中嶋文子 et al., 2015)を事例として取り上げ、概ね9ステップに分けてそのフレームワークを以下に解説する。

1 何が問題：(先行研究に基づく) 詳細な定義と限定

日本人が試みられる何割もの研究は、トピックがボンヤリし過ぎて、限定不十分である。例えば「看護師と燃え尽き」と題しても、何をどのようにしたいかは、読者にも、研究者にもクッキリ見えてこない。「AとB」という題目ではなく、「Aの中のBを何で改善できるか」というように、疑問符付きの研究課題がより限定しやすいものである。複数の要因が絡んでいる場合、一つだけに絞るとか、複数の対策を考えられるのならば、一つに絞るとか、複数の地域や対象群を考えられるのならば、一つに絞るとかいうプロセスは重要である。

2 問題を解決したら、誰の利益のために、誰が払うべきか

無限な財産と人材があれば、様々な問題を解決できよう。逆に、財産と人材は有限だからこそ、その有益な使い道を賢く検討せねばならないわけである。救急医療ではトリアージという言葉も使うが、全ての問題を同時に解決できない場合、ほって置いても自然に治るものと、いくら努力しても治せないものを後回しにし、最小限の投資で最大限の効果を得られる相手を最優先する事が、その発想である。小生が研究する看護離職の場合、「看護師の給与を2倍以上に上げる」という案は一見ご尤もだが、それだけ払う患者や病院もいなければ、国家予算でも無理な話である。患者・病院・国家にしても、看護師に離職されて欲しくないが、それだけの予算はかけられない。或いは、遺族カウンセリングを例にしても、「遺族は笑顔になった」という効果は望ましい限りだが、それだけでは、国も病院もカウンセラーの給与を払えないであろう。むしろ、遺族の健康が良くなり、仕事に復帰して納税が殖え、医療福祉の依存率が下がったために医療赤字が軽減された、という証明ができれば、その政策で得られる余剰の経費の一部を遺族カウンセリングにかけても良いことになる。このように、コスト・ベネフィットの証明は無いなら、ただ「グッドアイデア」だけでは、政策に現実味がないのである。

3 問題の根本原因は何？ 特定できるか？ それで改善できるか？

事件や事故などが生じてから、原因の究明は一種の常識にはなっているが、特定できない場合と、特定できても直せない場合は非常に多い。例えば地震や津波の原因が分かっても、だからと言って原因を止められるわけでもない。あるいは、自殺などには無数の要因が絡んでおり、「根本原因」などには絞り難い。看護師離職の場合も、仮に夜勤や休日勤務、責任感と業務上のストレス、認知症患者などが原因だと分かったところで、夜と休日に看護を一切やらず、責任と業務をいい加減にしておいて、認知症患者の看護を辞める、などというわけには行かない。つまり、原因究

明は、参考にすべきものではあるが、それがすぐ対策に繋がるとは到底言えないのである。

4 根本原因は直せないとしたら、考えられる対策は何？

では、原因は直せない場合、繰り返しを避けるための予防策をどのように考えられようか。地震や津波自体を避けられないならば、せめて地震や津波に弱い、活断層や海岸線の真上に原発の建設を避けられるであろう。あるいは、自殺の唯一根本原因などは特定できなくても、自殺する手段（拳銃や木炭）を制限することによって、自殺率を減らせるかも知れない。看護師離職の場合も、勤務条件は変えられないとしても、看護師のやりがい感を高めて、良い精神状態を守る方法があれば、辞められずに済むようになるかも知れない、などの仮説を思いつかれるであろう。

5 上記3ないしは4に基づく対策の前例・成功例はないか？（質的研究）

次に、問題の原因を避けられるか、手段で予防できるか、徹底的な先行研究で前例や成功例が調べたいものである。例えば北欧のサマータイム制度の導入によって、市民の電力消費を減らす政策が成功している国もある^{*12}。但し余計に冷房が使われる地域では、その逆の結果も報告される^{*13}。或いは、拳銃や木炭の販売を制限することで、自殺率を減らした香港のような例もある。病院によっては離職率は全く違うが、同じ勤務態勢と給与であっても、辞められる病棟と辞められない病棟のどこが違うか、ということの研究してみると、重要な対策を見付けることがある。また前例が多いほど、行政の方々に対しても後々説明・説得するためにも役立つ。

6 政策作成のため、何のデータが必要か

政策のための科学は、データを根拠にするわけであるから、事前に必要な裏付けとなるデータを重々検討しておかねばならないものである。そのデータの信憑性と応用性も重要になってくる。第一、自分でデータを探す前に、先行研究は既にどのようなデータを集めているか、複数の症例研究をメタ分析できないかなどと考える。自分で調査するとしても、新たな尺度は創造せず、既にその業界・分野で信憑性の高いものを借用の方が、後々まで比較できる対象になる。例えば、看護師の燃え尽きについては、Pines, Maslach, Zaritの3名の研究者がそれぞれ作成された種類の尺度は^{*14}世界的に使われているので、それぞれの強弱・長短を理解した上、最適なものを選ぶ。そして調査してしまってからでは、「これも訊いて置けば良かったのに」とはならないように、質疑と政策の論理的関連性を調査前に確認する。

^{*12}<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.057>

^{*13}<https://www.wsj.com/articles/SB120406767043794825>

^{*14}全部 <http://www.acqol.com.au/instruments/instrument.php> でご参照。

7 新しいデータはどこから集められ、どう解釈できるのか（量的研究）

自分で調査を試みる場合、実現可能な対象群や、アンケートならその回答率も吟味せざるを得ない。後になって、「私たちのデータを使って欲しくない」と対象群に言われても困るので、事前にその使い道を説明して、許可を取る必要が生じる時もある。二種類以上の要因の関連性を解析したい場合、一方通行の関連性を保証できるか、それとも関連性を証明しても、因果は証明できないのでは、その価値が全く違う。例えば患者の認知度と看護師の疲弊を関連づけた場合、疲弊が上がれば相手の認知度も上がるとは考え難いので、認知度→看護師疲弊という一方通行の論理は成り立つ。だが、同僚との関係の悪化は、疲弊の原因とも結果とも成り得るので、相関性を示しただけでは、どちらが原因かは言えない。また対象群の代表性や問題解決への関連も重要である。代表的とは言いきれない対象群を計っても、政策提案の際に説得力を欠くこととなるので、データの論理と応用を耐えず念頭に置きたい。

8 量と質的研究によって、パイロット対策の実行と評価を検討

データを解析した上で、問題対策の介入法を企画したいが、一気に全国的な政策は実行できない。その前に、確認と評価できる程度の小規模のパイロットとして始めることが良い。例えば、看護師のやりがい感や自己成就感の欠如は燃え尽きの大きな原因であることを、中嶋他の研究で発見・証明できた。次のステップは、近くの病院の看護師定期研修会で、看護師のやりがい感や自己成就感を高める介入を試みることにした。看護師のやりがい感や自己成就感を高める研修や面談、また簡単な質問紙を加えてみた。後に、以前と同様なアンケート調査を行うと、やりがい感や自己成就感のみならず、それによって燃え尽き要因は軽減・延長された傾向が見られ、介入の有用性は評価できたのである。

但し、自己成就感を高める研修や面談が行えたのは、やりがい感研究に詳しい同僚であった。介入は有益とわかって、その数名の同僚は全国をカバーできない。従って、看護師定期研修にやりがい感や自己成就感を高める教材を用いることや、ファシリテーターを育成することが、問題対策の介入法として残された課題となる。

9 どの政策者に紹介すれば、利点を理解し、実行する権限を持つのか

上記の3でも、根本原因が分かっても解決策には及ばないと指摘した。同じ様に、良さそうな改善策を実験的に証明しても、行政や企業はそれを政策まで取り入れてくれるとは必ずしも限らない。実社会で取り入れてもらうには、実験や統計学的証明だけでは足りない。人々に、これまでに

やっていない行動を取って頂くためには、その人々が動き出すだけの利益を宣伝して、信じてもらわねば始まらないのである。無論、行政や企業を説得する作業自体は、大学の研究外と言えよう。しかし、実現は到底見込めないならば、研究自体は虚しくなる。つまり、前もって、権限を持つ責任部局や有力者の誰々に対して、どのようにアピールできるかを考えて置く必要がある。

今後は少しずつ、産学官連携が実現すれば、学者の研究結果を実社会（産と官）に伝えるチャンスは増えるかも知れないが、その交流が増えたからと言って、学者の証明した政策を即に取り入れてもらえるとは考え難い。つまり、政策のための科学を試みている初期段階からでも、本研究のセールズポイントを明快に熟慮する必要がある。例えば、「これだけの人材と経費をこの政策に投資しておけば、どれくらいの人材がさらに働いて、結果的にどれくらいの経費削減につながるのか」というような質問を、データに基づいて試算して、政策者に対して分かりやすく訴えられる様に準備しておく。それだけでも十分条件とは限らないが、そのような利点は考えられない場合、実際に政策のための科学には到らないのである。

10 結語

上記で見てきたように、大学で育てるべき科学リテラシーは、単なる数学の計算法や化学の元素周期表の暗記という意味ではない。むしろ根本から物事を科学的に考えることである。問題の定義や設定、データの収集法と分析法、さらにはそれを問題解決に結ぶ論理と説得力までも必要と言えよう。ジョン・デューイが提唱した様に^{*15}、この類の科学リテラシーは大学院教育に限ったものではなく、いずれは全国民に学ぶべきものとも言えよう。たとえそれが高すぎる理想だとしても、取り敢えずは、STIPSの政策のための科学プログラムにおいては、上記の様な考え方をしっかりと身に付けて頂くよう、教育していきたいものである。

References

- Albert, M. and Laberge, S. (2007). The legitimation and dissemination processes of the innovation system approach: The case of the Canadian and Quebec science and technology policy. *Science, Technology, & Human Values*, 32(2):221–249. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0162243906296854>.
- Arnold, G. (2014). Policy learning and science policy innovation adoption by street-level bureaucrats. *Journal of Public Policy*, 34:389–414. https://www.researchgate.net/profile/Gwen_Arnold/publication/270955740_Policy_learning_and_science_policy_innovation_adoption_by_street-level_bureaucrats/links/57e1ee8708ae427e2957eff5/Policy-learning-and-science-policy-innovation-adoption-by-street-level-bureaucrats.pdf.

^{*15}Wickman et al. (2011); cf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK396086/>

- Blind, K. and Grupp, H. (1999). Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences. *Research Policy*, 28(5):451–468. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000074>.
- Hassanzadeh, A., Namdarian, L., Majidpour, M., and Elahi, S. (2015). Developing a model to evaluate the impacts of science, technology and innovation foresight on policy-making. *Technology Analysis & Strategic Management*, 27(4):437–460. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537325.2015.1007035>.
- Jacob, M. and Hallonsten, O. (2012). The persistence of big science and megascience in research and innovation policy. *Science and Public Policy*, 39(4):411–415. <https://academic.oup.com/spp/article-abstract/39/4/411/1672307>.
- Jurecki, K. and Wander, M. C. F. (2012). Science Literacy, Critical Thinking, and Scientific Literature: Guidelines for Evaluating Scientific Literature in the Classroom. *Journal of Geoscience Education*, 60(2):100–105. <https://doi.org/10.5408/11-221.1>.
- Laranja, M., Uyarra, E., and Flanagan, K. (2008). Policies for science, technology and innovation: Translating rationales into regional policies in a multi-level setting. *Research Policy*, 37(5):823–835. <http://www.ccdr-lvt.pt/files/8d04a838c392d2f0d7ce838ada888ca1.pdf>.
- Leitch, S., Motion, J., Merlot, E., and Davenport, S. (2014). The fall of research and rise of innovation: Changes in New Zealand science policy discourse. *Science and Public Policy*, 41(1):119–130. <http://dx.doi.org/10.1093/scipol/sct042>.
- Martin, B. R. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy*, 41(7):1219–1239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873331200073X>.
- McGreavy, B., Calhoun, A., Jansujwicz, J., and Levesque, V. (2016). Citizen science and natural resource governance: program design for vernal pool policy innovation. *Ecology and Society*, 21(2). https://digitalcommons.library.umaine.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1105&context=mitchellcenter_pubs.
- Molas-Gallart, J. and Davies, A. (2006). Toward theory-led evaluation: The experience of European science, technology, and innovation policies. *American Journal of Evaluation*, 27(1):64–82. <https://doi.org/10.1177/1098214005281701>.
- Morlacchi, P. and Martin, B. R. (2009). Emerging challenges for science, technology and innovation policy research: A reflexive overview (special issue: Emerging challenges for science, technology and innovation policy research: A reflexive overview). *Research Policy*, 38(4):571–582. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.021>.
- Padilla-Pérez, R. and Gaudin, Y. (2014). Science, technology and innovation policies in small and developing economies: The case of Central America. *Research Policy*, 43(4):749–759. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873331300190X>.

- Pennock, A. (2011). The Case for Using Policy Writing in Undergraduate Political Science Courses. *PS: Political Science & Politics*, 44(1):141–146. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/CFA5A49AA757AF6D8CFAF9D057E4C651/S1049096510002040a.pdf/the-case-for-using-policy-writing-in-undergraduate-political-science-courses.pdf>.
- Pieczka, M. and Escobar, O. (2013). Dialogue and science: Innovation in policy-making and the discourse of public engagement in the UK. *Science and Public Policy*, 40(1):113–126. <http://dx.doi.org/10.1093/scipol/scs073>.
- Salazar, M. and Holbrook, A. (2007). Canadian science, technology and innovation policy: The product of regional networking? *Regional Studies*, 41(8):1129–1141. <https://doi.org/10.1080/00343400701530865>.
- Vignola-Gagne, E. (2013). Argumentative practices in science, technology and innovation policy: The case of clinician-scientists and translational research. *Science and Public Policy*, 41(1):94–106. <https://academic.oup.com/spp/article-abstract/41/1/94/1697275>.
- Wickman, P.-O., Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Ericksen, G., and MacKinnon, A. (2011). Scientific literacy as Action. In Linder, C., östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-O., Ericksen, G., and MacKinnon, A., editors, *Exploring the Landscape of Scientific Literacy*, pages 145–159. Routledge, NY. <https://www.routledge.com/Exploring-the-Landscape-of-Scientific-Literacy/Linder-Ostman-Roberts-Wickman-Ericksen-MacKinnon/p/book/9780415874366>.
- Williamson, B. (2015). Governing methods: policy innovation labs, design and data science in the digital governance of education. *Journal of Educational Administration and History*, 47(3):251–271. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00220620.2015.1038693>.
- Wooden, R. (2006). The Principles of Public Engagement: at the Nexus of Science, Public Policy Influence, and Citizen Education. *Social Research: An International Quarterly*, 73(3):1057–1063. <https://muse.jhu.edu/article/537202>.
- Zoss, A. M. and Borner, K. (2012). Mapping interactions within the evolving science of science and innovation policy community. *Scientometrics*, 91(2):631–644. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0574-8>.
- 中嶋文子, カール・ベッカー, 赤澤千春, 寺口淳子, 小野千秋, 渡辺美佳, 浜崎美子, 栃岡千香子, 東真理, and 山田利恵 (2015). 早期離職した看護師のストレス対処能力 (SOC : Sense of Coherence : 首尾一貫感覚) と退職理由の関係について. *医療の広場*, 54(4):7–10.

関連データ・ソース

科学政策ブリーフ (Policy Brief) の基礎 (Literacy) に関するサイト

- ジョンズ・ホップキンス大学 https://www.jhsph.edu/research/centers-and-institutes/womens-and-childrens-health-policy-center/de/policy_brief/index.html
- ノースカロライナ大学 <http://writingcenter.unc.edu/policy-briefs/>
- カリフォルニア大学 <https://policyinstitute.ucdavis.edu/informing-policy/policy-briefs/policy-briefs-101/>
- ニューキャッスル大学 <http://toolkit.northernbridge.ac.uk/essentialskills/communicatingforpolicyaudiences/writingapolicybrief/>

無料の国内ビッグデータサイト

- <http://www.data.go.jp/>
- <http://datameti.go.jp/data/ja/dataset>
- <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortalE.do>
- <http://www.ncd.or.jp/>

無料の国際的なビッグデータサイト

- <http://data.un.org/>
- <http://www.who.int/gho/en/>
- <https://data.unicef.org/>
- <https://www.ehdp.com/vitalnet/datasets.htm>
- <http://data.europa.eu/euodp/en/data/>
- <http://www.census.gov/data.html>
- <https://www.healthdata.gov/search/type/dataset>
- <https://data.gov.uk/>

産業・エネルギー・世論、可視化に役立つサイト：

- <http://www.iea.org/statistics/>
- <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1118783123>
- <https://datasource.kapsarc.org/pages/home/>
- <https://www.kaggle.com/datasets>
- <http://data.worldbank.org/>
- <http://landmatrix.org/en/>
- <https://www.gapminder.org/data/>
- <https://ropercenter.cornell.edu/polls/dataset-collections/>
- <http://wiki.dbpedia.org/projects/sparklis>
- <http://www.visualdataweb.org/relfinder.php>

関連する拠点授業科目、関連する研究プロジェクトの情報

- 「政策のための研究方法論演習」(京都大学)
- 「科学技術コミュニケーション演習」(京都大学)
- 「科学技術イノベーション政策特別演習」(京都大学)